

(19)



(11)

EP 2 546 003 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.01.2013 Patentblatt 2013/03

(51) Int Cl.:

B09B 3/00 (2006.01)**C10G 1/00 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **12175707.4**(22) Anmeldetag: **10.07.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME(30) Priorität: **13.07.2011 CH 11682011**(71) Anmelder: **Awestra AG****8832 Wollerau (CH)**

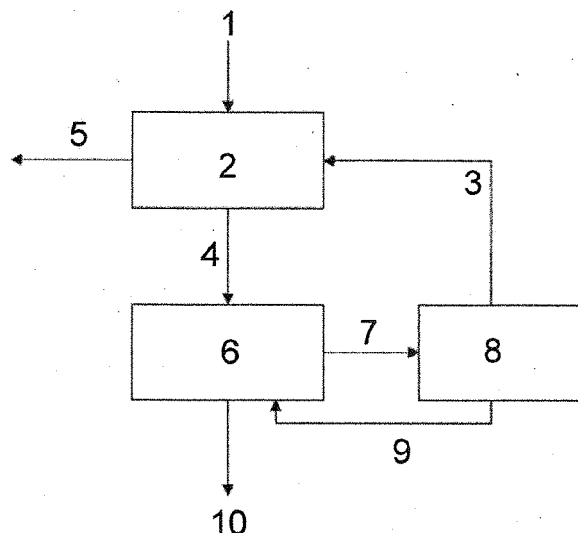
(72) Erfinder:

- **Reichmuth, Roger**
8735 St. Gallenkappel (CH)
- **Blöchliger, Oskar**
6460 Altdorf (CH)

(74) Vertreter: **Bremi, Tobias Hans**
Isler & Pedrazzini AG
Postfach 1772
8027 Zürich (CH)
(54) Verfahren und Vorrichtung zum Trennen von Gemischen

(57) Beschrieben wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Rückgewinnen von Bitumen aus Strassenbelag-(Asphalt) Aufbruch (1) oder zum Trennen von Ölsand in Öl und Sand, respektive Gestein, wobei der bitumenhaltige Aufbruch (1) respektive der Ölsand in eine Salzschnmelze (2) eingebracht wird, wobei Bitumen (5) respektive Öl auf der Salzschnmelze (2) aufschwimmt und nach der Hindurchführung durch die Salzschnmelze (2)

von der Salzschnmelze (2) abgeschöpft wird, und wobei das Steinmaterial (3) respektive der Sand/Gestein in der Salzschnmelze (2) absinken und ausgetragen werden. Das vorgeschlagene Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Salzschnmelze (2) im Bereich von 200 °C bis 350 °C liegt und die mittlere Verweilzeit des Aufbruchs (1) in der Salzschnmelze (2) im Bereich von wenigstens 5 Minuten liegt.

**FIG. 1****EP 2 546 003 A1**

Beschreibung**TECHNISCHES GEBIET**

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trennung von Gemischen, wie z.B. das Trennen von Strassen-Asphalt Belagsaufbruch in Bitumen und die übrigen Bestandteile oder auch zum Trennen von Ölsand in Öl und Sand.

STAND DER TECHNIK

10 **[0002]** Im Bereich der Sanierungen von Asphalt-Strassen ist Stand der Technik, den Strassenaufbruch mit vorgegebenem Brechwert zu brechen und zumindest teilweise als Kiesersatz einzusetzen. Der enthaltene Bitumen erfüllt dabei keine Aufgabe. Der verbleibende Teil des bitumenhaltigen Belagsmaterials hingegen wird auf Belagsaufbereitungsanlagen bis zu maximal 50 % dem Neumaterial beigegeben. Die Beschränkung auf maximal 50 % wird damit begründet, dass die Zusammensetzung des Aufbruchmaterials nicht genau definiert ist.

15 **[0003]** In Anbetracht des Umstandes aber, dass Bitumen ein Erdölderivat ist und nicht ohne weiteres anders hergestellt werden kann, drängt sich aus ökologischen und ökonomischen Gründen eine Rückgewinnung oder wenigstens eine andere Weiterverwertung des Bitumen auf.

20 **[0004]** Des Weiteren ist es so, dass der oben genannte Einsatz des alten bitumenhaltigen Belagsmaterials auf die genannten 50 % beschränkt ist, entsprechend ist es auch von Interesse, das ursprüngliche Kies in gereinigter Form wieder herzustellen, so dass es im Wesentlichen uneingeschränkt wieder verwendet werden kann.

[0005] Beim Trennen von Ölsand geht es darum, das darin enthaltene Erdöl vom Gestein, bzw. vom Sand zu trennen.

25 **[0006]** Aus der WO 2008110486 ist ein Verfahren zum Trennen von Gemischen insbesondere zum Rückgewinnen von Bitumen aus Strassenbelag-(Asphalt) Aufbruch oder zum Trennen von Ölsand in Öl und Sand, bzw. Gestein bekannt. Das vorgeschlagene Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Salzschnmelze für die Trennung eingesetzt wird, in welche der Aufbruch eingetragen wird, so dass ein Teil auf der Salzschnmelze schwimmt und ein Teil in der Salzschnmelze absinkt. Der bitumenhaltige Belagsaufbruch wird so in Bitumen, das auf der Schnmelze aufschwimmt und Steinmaterial das in der Schnmelze absinkt, getrennt, bzw. Ölsand wird in Öl, das auf der Schnmelze aufschwimmt und Sand oder Gestein das in der Salzschnmelze absinkt, getrennt. Dabei wird vorgeschlagen, die Temperatur der Salzschnmelze im Bereich von 180°C-200°C einzustellen.

30 **[0007]** Aus der US 4,545,891 ist ein Verfahren zur Entfernung von Schwefelbestandteilen von Bitumen-Schieferon und zum Lösen von Kerogen-Bestandteilen daraus bekannt geworden. Dabei wird Bitumen-Schieferon in einem ersten Schritt einer Behandlung in einer Salzschnmelze unterzogen, und bei diesem Schritt werden Schwefelbestandteile sowie Kerogen Bestandteile entfernt. Kerogen ist das polymere organische Material, aus dem bei zunehmender geologischer Versenkung und Aufheizung Kohlenwasserstoffe gebildet werden. Es kommt in sedimentären Gesteinen in Form von fein verteilten organischen Mazeralen vor und ist bei weitem die häufigste Form von organisch gebundenem Kohlenstoff in der Erdkruste. Es ist unlöslich in organischen Lösungsmitteln, nichtoxidierenden Säuren (HCl und HF) und Laugen. Kerogen selber ist weder Rohöl noch Bitumen gleichzusetzen noch im Sinne von diesen Systemen einsetzbar, es ist ein völlig anderes Material, namentlich ein Ausgangsmaterial für die Gewinnung von Schieferöl: Aus Kerogen kann in einem separaten aufwändigen Nachbehandlungsschritt in einer Pyrolyse, einer Hydrogenierung oder thermischer Zersetzung Schieferöl gewonnen werden. Die im Zusammenhang mit der Gewinnung von Kerogen in diesem Dokument genannte Salzschnmelze besteht aus Alkali-hydroxiden, wobei diese bei hohen Temperaturen von 375 °C in der Schnmelze gehalten werden und nur bei derart hohen Temperaturen bereits eine kurzzeitige Kontaktierung die Abtrennung von Kerogen ermöglicht.

45 **[0008]** Aus der US 4,655,839 ist ein Verfahren zur Behandlung von Eisen Chlorid-Abfällen, wie sie beispielsweise bei der Chlorierung von Titan anfallen, beschrieben. Dabei werden die Eisen Chlorid-Abfälle in ein geschmolzenes Calcium Chlorid Hydrat-Bad gegeben, wobei dann in diesem Bad nicht eine Auftrennung, sondern eine Reaktion des eingetragenen Eisen Chlorids in Eisenoxid stattfindet.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

50 **[0009]** Es ist entsprechend unter anderem Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes, d.h. insbesondere effizienteres, sicheres, und/oder energieeffizientes Trennungsverfahren im obigen Sinne zur Verfügung zu stellen.

55 **[0010]** Konkret betrifft die vorliegende Erfindung mit anderen Worten ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Rückgewinnen von Bitumen aus Strassenbelag-(Asphalt) Aufbruch oder zum Trennen von Ölsand in Öl und Sand, respektive Gestein, wobei der bitumenhaltige Aufbruch respektive der Ölsand in eine Salzschnmelze eingebracht wird, wobei Bitumen respektive Öl auf der Salzschnmelze aufschwimmt und nach der Hindurchführung durch die Salzschnmelze von der Salzschnmelze abgeschöpft oder in anderer Weise abgetrennt wird, und wobei das Steinmaterial respektive der Sand/Gestein

in der Salzschnmelze absinken und ausgetragen werden.

[0011] Es zeigt sich nun als Resultat von umfangreichen Untersuchungen, dass ein solches Verfahren angesichts der stofflichen Eigenschaften des Bitumen und der Haftung des Bitumen am Steinmaterial respektive des Öls am Sand/Gestein die Führung eines solchen Prozesses nur dann effizient, d.h. mit hoher Trennungswirksamkeit und niedrigem Energieverbrauch, aber auch sicher, d.h. geschützt vor gefährlichen Dämpfen und der Flammenbildung, geführt werden kann, wenn einerseits die Temperatur der Salzschnmelze in einem engen Bereich gehalten wird, namentlich im Bereich von 200 °C bis 350 °C liegt, und gleichzeitig die mittlere Verweilzeit des Aufbruchs in der Salzschnmelze genügend lang ist, namentlich im Bereich von wenigstens 5 Minuten liegt. Wird der Prozess so geführt, so können Bitumen und/oder Steinmaterial respektive Öl und/oder Sand/Gestein wieder einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden. Insbesondere kann beispielsweise das Steinmaterial so gut wie neuwertig beliebigen Verwendungen zugeführt werden.

[0012] Wird eine niedrigere Temperatur gewählt, so bleibt ein grosser Teil des Bitumen am Steinmaterial haften und das Steinmaterial kann entsprechend nicht ohne weitere Reinigungsstufe so gut wie neuwertig beliebigen Verwendungen zugeführt werden. Zudem muss dann eine an folgende Reinigungsstufe unter Verwendung von Wasser diesem hohen Anteil an Bitumen Rechnung tragen und erfordert bei der Aufreinigung des Wassers eine Berücksichtigung der Abtrennung von Bitumen und nicht nur der Trennung von Wasser und Salz. Des Weiteren wird bei niedrigerer Temperatur ein zu grosser Anteil an Salz aus der Salzschnmelze ausgetragen. Damit aber die Trennung auch genügend lang in der Salzschnmelze erfolgt, muss die mittlere Verweilzeit des Aufbruchs in der Salzschnmelze im oben genannten Bereich liegen.

[0013] Wird eine höhere Temperatur gewählt, so springt, insbesondere bei lokalen Temperaturspitzen z.B. wegen ungenügenden Rührens, das Risiko der spontanen Flammenbildung unerwartet schnell hoch, zudem stellt sich eine hohe Rauchbildung aufgrund des oben aufschwimmenden Bitumen ein, und eine sichere Führung des Prozesses ist nicht mehr möglich.

[0014] Eine besonders effiziente Führung des Prozesses ist möglich, wenn die Temperatur der Salzschnmelze im Bereich von 250 °C - 300 °C liegt.

[0015] Weiterhin liegt gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform die mittlere Verweilzeit des Aufbruchs in der Salzschnmelze im Bereich von 5-30 min, vorzugsweise im Bereich von 10-20 min.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform, welche es insbesondere ermöglicht, den Energiebedarf des Prozesses gering zu halten, ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Salzschnmelze um ein Gemisch von verschiedenen Salzen handelt, welches einen Schmelzpunkt von weniger als 200°C, vorzugsweise im Bereich von 80-150°C, insbesondere bevorzugt im Bereich von 100-140 °C aufweist.

[0017] Bevorzugtermassen handelt es sich um ein eutektisches Gemisch.

[0018] Es kann sich bei der Salzschnmelze vorzugsweise um ein binäres oder ternäres Gemisch handeln, bevorzugtermassen aus NaNO₃/LiNO₃/KNO₃ (Natriumnitrat/Lithiumnitrat/Kaliumnitrat). Werden solche Mischungen gewählt, so können sie durch geeignete Einstellung der Anteile der Komponenten, beispielsweise in die Nähe des Eutektikums, auf einen Schmelzpunkt von im Bereich von 80-150 °C eingestellt werden. Besonders bevorzugt ist dabei ein binäres Gemisch aus LiNO₃/KNO₃ (Lithiumnitrat/Kaliumnitrat) mit einem 50-70 Molprozent-Anteil im von KNO₃ und einer Schmelztemperatur von im Bereich von 120-140 °C.

[0019] Alternativ ausgedrückt sind solche Gemische bevorzugt so aufgebaut, dass im geschmolzenen Zustand Kaliumnitrat in einem Gehalt von 55-80 Gewichtsprozent vorliegt und Lithiumnitrat in einem Gehalt von 20-45 Gewichtsprozent, sowie gegebenenfalls Calciumnitrat oder Natriumnitrat in einem Anteil von 0-48 Gewichtsprozent. Bevorzugtermassen ist der Anteil an Kaliumnitrat in einer binären Mischung im Bereich von 63-73 Gewichtsprozent, und der Anteil an Lithiumnitrat im Bereich von 27-37 Gewichtsprozent.

[0020] Es zeigt sich, dass solche Gemische gerade eine ideale Kombination aus niedrigem Schmelzpunkt und geeigneter Viskosität und Dichte im oben genannten Temperaturbereich in der Salzschnmelze aufweisen, so dass die Trennung effizient durchgeführt werden kann innerhalb des angegebenen mittleren Fensters der Verweildauer des Aufbruchs in der Salzschnmelze.

[0021] In diesem Zusammenhang werden bevorzugt Salzmischungen eingesetzt, die als Ausgangsmaterial rieselfähig vorbereitet sind. Dies kann entweder bereits produktionsbedingt gegeben sein, kann aber auch zusätzlich in einem entsprechenden Aufbereitungsschritt oder durch Zugabe von geeigneten Additiven sichergestellt werden. Für die oben genannten Nitrat-Gemische, das heisst binäre oder ternäre Gemische, auf Basis von aus LiNO₃/KNO₃ respektive LiNO₃/KNO₃/NaNO₃ (oder anstelle NaNO₃ Ca(NO₃)₂), können beispielsweise hochdisperse, bevorzugt hydrophobe und amorphe, Kieselsäuren hinzugefügt werden, wobei typischerweise im Gemisch von solchen Additiven im Bereich von 0.04-0.1 Gewichtsprozent, vorzugsweise im Bereich von 0.06-0.07 Gewichtsprozent, vorgelegt werden. Werden die einzelnen Komponenten individuell vorgelegt, so genügt es üblicherweise, solche Additive dem Lithiumnitrat beizufügen, dann in einem Anteil von 0.1-0.3 Gewichtsprozent, typischerweise im Bereich von 0.2 Gewichtsprozent. Möglich sind beispielsweise hochdisperse Kieselsäuren" insbesondere bevorzugt mit einer hohen spezifischen (BET) Oberfläche im Bereich von 120-140 m²/g und/oder einer mittleren Teilchengrösse im Bereich von 14-18 nm, die hydrophobiert sind, beispielsweise mit DDS (Dimethyldichlorsilan). Möglich sind zum Beispiel Systeme des Typs Aerosil®, erhältlich von Evonik, beispielsweise das Produkt Aerosil® R 972.

[0022] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das ausgetragene Steinmaterial respektive der Sand/Gestein unter Verwendung von Wasser gewaschen wird, und dass das im verwendeten Wasser enthaltene Salz respektive Salzgemisch anschliessend vom Wasser abgetrennt und wieder wenigstens teilweise der Salzsammelze zugeführt wird, wobei vorzugsweise dieser Waschprozess bei einer Wassertemperatur oberhalb von Raumtemperatur, insbesondere im Bereich von 40-80 °C, vorzugsweise im Bereich von 50-70 °C durchgeführt wird. Mit anderen Worten wird der Prozess bevorzugtermassen so geschlossen wie möglich geführt, was die Verwendung des Materials für die Salzsammelze angeht. Typischerweise sind niedrig schmelzende Salzgemische einerseits teuer und andererseits ökologisch nicht unbedenklich. Entsprechend ist es wichtig, diese Salze so weit wie möglich im Prozess zu enthalten und den Austrag zu minimieren. Dies ist möglich, wenn das unvermeidlich durch das aus der Salzsammelze geführte Steinmaterial durch Haftung an diesem aus der Sammelze ausgetragene Salz abgewaschen und anschliessend wieder vom Wasser abgetrennt und der Salzsammelze zugeführt wird. Entsprechend sind gute lösliche Salze von Vorteil, so beispielsweise die oben genannten spezifischen Mischungssysteme. Es zeigt sich dabei, dass die im Gestein gespeicherte Restwärme gerade genügt, um bei Raumtemperatur oder im Bereich zwischen 5 °C und Raumtemperatur zugeführtes Frischwasser (in der minimal erforderlichen Menge) auf die genannte bevorzugte Wascht Temperatur zu bringen. Überraschenderweise zeigt es sich also, dass die Wassertemperatur ohne oder im Wesentlichen ohne weitere Energiezufuhr auf den optimalen Bereich eingestellt werden kann, indem das aus der Salzsammelze ausgetragene Steinmaterial im warmen Zustand respektive heissen Zustand direkt dem Waschprozess zugeführt wird.

[0023] Weiterhin bevorzugtermassen wird das ausgetragene Steinmaterial respektive der Sand/Gestein im noch warmen Zustand, d.h. typischerweise unmittelbar hinter der Salzsammelze dem Waschprozess unterzogen, so dass zur Erwärmung des Waschwassers wenigstens teilweise, vorzugsweise vollständig, die im Steinmaterial respektive Sand/Gestein gespeicherte Wärme eingesetzt wird.

[0024] Die Auftrennung der Salzlösung in Wasser und Salz respektive Salzgemisch geschieht bevorzugtermassen wenigstens teilweise durch Fällung/Setzung, gegebenenfalls in Kombination mit Zentrifugation, und/oder Verdampfen und/oder Umkehrosmose.

[0025] Es kann bei der Reinigung des Gesteinsmaterials respektive der Entfernung des daran anhaftenden Salzes ein mehrstufiges, vorzugsweise wenigstens zweistufiges oder wenigstens dreistufiges, Waschverfahren eingesetzt werden, bei welchem bevorzugtermassen Waschwasser und ausgetragenes Steinmaterial respektive Sand/Gestein nach dem Gegenstromprinzip geführt werden, und wobei die Trennung von Wasser und Salz respektive Salzgemisch vorzugsweise ausschliesslich mit dem Waschwasser durchgeführt wird, welches bei der ersten Waschstufe hinter der Salzsammelze abgeführt wird.

[0026] Zudem ist es, wie bevorzugt, möglich, die Trennung von Wasser und Salz respektive Salzgemisch mehrstufig, vorzugsweise wenigstens zweistufig oder wenigstens dreistufig durchzuführen, wobei vorzugsweise eine erste Trennungsstufe eine Fällungsstufe respektive ein Setzbecken ist, gegebenenfalls gefolgt oder kombiniert von einer Zentrifugation und vorzugsweise auf dieses eine zweite Trennungsstufe folgt unter Verwendung von Verdampfen und/oder Umkehrosmose.

[0027] Das teilweise aufgetrennte Wasser kann dabei hinter der ersten Trennungsstufe wenigstens teilweise in den Waschprozess zurückgeführt werden, vorzugsweise in eine der ersten Waschstufe hinter der Salzsammelze nachgeschalteten weitere Waschstufe.

[0028] Die erforderliche Prozesswärme, insbesondere zur Gewährleistung der Temperatur der Salzsammelze, und/oder zur Reinigung von Waschwasser respektive Trennung desselben von Salz und Verunreinigungen, und/oder zur Erwärmung von Waschwasser, kann wenigstens teilweise oder im Wesentlichen vollständig durch Verbrennung des abgetrennten Bitumen zur Verfügung gestellt wird. Wenn also das Bitumen, beispielsweise infolge von kleinen Sandpartikeln, die sich in der Salzsammelze vom Bitumen nicht trennen lassen, oder infolge anderer chemischer Eigenschaften, die durch die vorangehende Verwendung als Strassenbelag oder durch die Bearbeitung in der Salzsammelze nachhaltig und die Weiterverwendung verhindernd oder erschwerend geändert wurden, nicht oder nur beschränkt möglich ist, ist so eine ökologisch sinnvolle und energieeffiziente Nutzung im Gesamtprozess trotzdem möglich. Es zeigt sich bei Berechnungen, dass der Brennwert des Bitumen häufig gerade genügend ist, um den gesamten Energiebedarf des Prozesses zu stellen.

[0029] Bevorzugtermassen wird der Strassenbelag-Aufbruch bzw. Ölsand mit einem vorgegebenen Brechwert, vorzugsweise bis max. 32 mm Teilgrösse, der Salzsammelze zugeführt.

[0030] Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist es möglich, das auf der Salzsammelze aufschwimmende, gegebenenfalls noch nicht genügend aufgetrennte Gemisch (Bitumen mit feinem Sand respektive Öl mit feinem Sand) noch einer weiteren Trennung zuzuführen. Insbesondere im Fall der Trennung von Bitumen kann beispielsweise vorteilhafter Weise die Bitumen-Fraktion weiter aufgetrennt werden, um weiteres feines Steinmaterial abzutrennen. Gemäss einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform wird dabei in einem ersten Schritt die abgetrennte Bitumen-Fraktion einem Mahlprozess (z.B. Schlagkreuzmühle) bis auf eine definierte Partikelgrösse unterzogen. Vorzugsweise beispielsweise auf eine Partikelgrösse kleiner gleich 0.5 mm. Anschliessend kann diese mechanisch verkleinerte Fraktion

weiter aufgetrennt werden, entweder unter erneuter Verwendung einer Salzschnmelze wie oben beschrieben oder unter Verwendung eines anderen Trennverfahrens. Ein derartiges anderes Trennverfahren kann beispielsweise ein physikalisch-chemisches Trennverfahren für feinkörnige Feststoffe aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenbenetzbarkeit der Partikel sein. Dabei kann man sich beispielsweise bei Verwendung des bevorzugten Flotationsverfahrens zunutze machen, dass Gasblasen sich leicht an hydrophobe, d. h. durch Wasser schwer benetzbare Oberflächen, hier des Bitumens, anlagern und den Partikeln Auftrieb verleihen, so dass diese schwimmen. Unter diesen Bedingungen sammeln sich an den hydrophoben Partikeloberflächen die ebenfalls hydrophoben Gasblasen. Bevorzugt wird also ein Verfahren eingesetzt, das auch als Flotationsverfahren bekannt ist, bei dem in Wasser oder einem anderen Flotationsmittel dispergierte oder suspendierte Stoffe durch anhaftende Gasblasen an die Wasseroberfläche transportiert und dort mit einer Räumeneinrichtung entfernt werden. Insbesondere bevorzugt können dabei als Flotationsmittel beispielsweise Wasser mit einem pH bevorzugt von weniger als 8 oder weniger als 7 eingesetzt werden. Bevorzugt werden dem Wasser dabei sog. Sammler beigelegt. Sammler machen den im Schaum auszubringenden Gemengeanteil, hier die Bitumenfraktion mit Kleinstpartikeln, wasserabstoßend (hydrophob), während die anderen Komponenten wasseranziehend (hydrophil) bleiben sollen. In die Aufschlammung eingeblasene Luft haftet nur an den hydrophoben Teilchen und trägt sie zur Wasseroberfläche, während die hydrophilen Teilchen in der Trübe bleiben. Als Sammler eignen sich Schwefelverbindungen wie Xanthogenate, Dithiophosphate, Mercaptane, oder auch Amine, Alkylsulfonate, sowie manche Fettsäuresalze. Bekannte anionische Nicht-thio-Sammler sind beispielsweise gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, insbesondere Tallölfettsäuren und Ölsäure, Alkylsulfate, insbesondere von Fettalkoholen oder Fettalkoholgemischen abgeleitete Alkylsulfate, Alkylarylsulfonate, Alkylsulfosuccinate, Alkylsulfosuccinamate und Acylactylate. Bekannte kationische Nicht-thio-sammler sind beispielsweise primäre aliphatische Amine, insbesondere die von den Fettsäuren der pflanzlichen und tierischen Fette und Öle abstammenden Fettamine, sowie bestimmte alkylsubstituierte und hydroxyalkylsubstituierte Alkylendiamine und die wasserlöslichen Säureadditionssalze dieser Amine. Möglich sind Produkte des Typs Alaphen oder Ekofol der EKOF FLOTATION GmbH. Viele Sammler entwickeln wegen ihres Tensidcharakters selbst einen für die Flotation geeigneten Schaum. Es kann jedoch auch notwendig sein, durch spezielle Schäumer den Schaum zu entwickeln oder in geeigneter Weise zu modifizieren. Bekannte Schäumer für die Flotation sind Alkohole mit 4 bis 10 Kohlenstoffatomen, Polypropylenglykole, Polyethylenglykol- oder Polypropylenglykolether, Terpenalkohole (Pine Oils) und Kresylsäuren. Soweit erforderlich, werden den zu flotierenden Suspensionen (Trüben) modifizierende Reagenzien zugegeben, beispielsweise Regler für den pH-Wert, Aktivatoren für das im Schaum zu gewinnende Mineral oder Desaktivatoren für die im Schaum unerwünschten Mineralien, und gegebenenfalls auch Dispergatoren. Nach Mischen der Aufschlammung bei eingestelltem pH und ggf. beigelegtem Sammler kann also zusätzlich ein Schäumer zum Stabilisieren der Luftblasen beigelegt und Luft eingetragen. Schäumer zerteilen die in die Suspension eingeblasene Luft in möglichst viele kleine Bläschen und stabilisieren den gebildeten Schaum. Der Schaum mit dem Bitumen kann abgeschöpft und getrennt werden, z.B. durch Filterung, ggf. in Kombination mit einem Waschschriff. Das Waschwasser kann im Flotationsprozess wiederverwendet werden. Der hydrophile Anteil kann ebenfalls z.B. durch Filterung, ggf. in Kombination mit einem Waschschriff abgetrennt werden.

[0031] Im Rahmen der experimentellen Überprüfung konnte eine genügende Trennung gewährleistet werden, so dass das abgetrennte Gesteinsmaterial (feiner Sand, absinkende hydrophile Fraktion) wenigstens noch als Füllmaterial weiterverwendet werden kann. Der aufschwimmende Schaumanteil kann gefiltert werden, der Festanteil ist in Bitumen weiter angereichert und enthält nur noch Feinstpartikel. Durch diese zusätzliche Trennung kann, wenn beispielsweise der Bitumen nur noch entsorgt werden kann, der Anteil an zu entsorgendem Material reduziert werden, oder es kann durch eine derartige zusätzliche Trennung der Bitumen hinsichtlich-Heizwert pro Masse erhöht werden respektive sogar für eine Wiederverwendung zugänglich gemacht werden.

[0032] Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung, wie eingangs erwähnt, eine Vorrichtung zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens. Insbesondere betrifft sie eine Einrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens zur Rückgewinnung von Bitumen aus Strassenbelag-(Asphalt)-Aufbruch, oder zum Trennen von Öl und Sand, respektive Gestein von Ölsand. Sie ist bevorzugtermassen gekennzeichnet durch

- wenigstens ein heizbares, vorzugsweise rinnenförmiges Becken zur Aufnahme und Verflüssigung eines Salzes oder Salzgemisches mit niedrigem Schmelzpunkt, vorzugsweise eines eutektischen Gemisches aus LiNO₃/KNO₃ (Lithiumnitrat/Kaliumnitrat), zur Herstellung einer Salzschnmelze,
- mit dem Becken vorgeschalteten Zuführmitteln für den Strassenbelag-Aufbruch bzw. den Ölsand mit vorgegebenem Brechwert,
- mit im Becken angeordneten Fördermitteln zum Transport oder zum Rühren des Aufbruches bzw. Ölsand durch die Salzschnmelze und
- mit am Ende der Durchlaufstrecke des Beckens angeordneten Abraummitteln zum Abschöpfen und Weiterleiten des sich vom Steinmaterial des Aufbruches gelösten und auf der Salzschnmelze aufschwimmenden Bitumens, bzw. aufschwimmenden Öl,
- mit, am Ende der Durchlaufstrecke des Beckens angeordnete Austragungsmittel für das in der Salzschnmelze

abgesunkene bitumenfreie Steinmaterial, bzw. den Sand oder das Gestein des Ölsands, sowie

- wenigstens einer Waschstufe insbesondere zum abwaschen der Überreste der Salzschnmelze am Steinmaterial, bzw. dem Sand oder dem Gestein des Ölsands,
- wenigstens eine Trennungsstufe zur Auftrennung von Salz respektive Salzgemisch und Waschwasser sowie
- Mittel zur wenigstens teilweisen Rückführung des abgetrennten Salzes respektive Salzgemisches in die Salzschnmelze.

[0033] Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0034] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen:

- Fig. 1 ein schematisches Ablaufdiagramm des Trenn- und Reinigungsprozesses;
- Fig. 2 ein Schema eines Waschprozesses im Gegenlaufprinzip;
- Fig. 3 ein Schema eines Waschprozesses mit Verdampfer;
- Fig. 4 ein Schema eines Waschprozesses mit Zentrifuge; und
- Fig. 5 ein Schema eines Waschprozesses mit Umkehrosmose.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0035] In der Schweiz werden jährlich 2.2 Mio. Tonnen Ausbaumasphalt entweder ins Bauschuttrecycling oder in Deponien abgeführt. Das Recycling von alten Asphaltbelägen ist zwar verbreitet, jedoch stark eingeschränkt durch die schlechte Qualität dieses Materials. Anstatt den Strassenaufbruch zu deponieren oder in undefinierter (minderwertiger) Form in die laufende Asphaltproduktion hinein zu "verdünnen", soll dieser in seine Bestandteile Bindemittel (Bitumen) und Mineralkorn ("Splitt") in einer Salzschnmelze separiert werden. Dabei wird eine Mischung von KN03 (Kaliumnitrat, 60 Mol-%) und LiNO₃ (Lithiumnitrat) eingesetzt, die oberhalb von 130°C eine Schnmelze mit der Dichte 2.0g/cm³. Versuche ergeben, dass sich das Bitumen vom Mineralkorn ablöst und auf der Schnmelze aufschwimmt, während das Mineralkorn absinkt. Das Mineralkorn kann dann rezykliert und das Bitumen allenfalls als Gussasphalt eingesetzt oder thermisch verwertet werden.

[0036] In den Bereich der Phase 1 wurden Versuche in einem 10-Liter-Salzbad durchgeführt. In diesem Bad wurden Proben von einigen Kilogramm Strassenaufbruch verarbeitet, womit genügend getrenntes Material gewonnen wurde, um eine Beurteilung der Verwertbarkeit der Produkte (Splitt, Bitumen) durchzuführen: Vorgängig zum Projekt wurde in Tastversuchen das Verfahren im Reagenzglas getestet. Mit den Versuchen im 10-Liter-Salzbad konnten die Ergebnisse reproduziert werden. Es hat sich auch gezeigt, dass sich das Bitumen ohne die Zugabe von weiteren Chemikalien gut vom Mineralkorn ablösen lässt bei Temperaturen von 250-300 °C. Der eingesetzte Technikumsreaktor war mit Heizdraht mit 6.7 kW Leistung ausgestattet und war von 0-500 °C stufenlos regelbar mittels Sollwertfühler.

[0037] Die Phase 2 bestand aus ausgiebigen Testreihen, bei welchen vor allem die Abtrennung des Bitumens vom mineralischen Korn im Vordergrund stand. Variabel waren vor allem die Temperatur, die Verweildauer in der Salzschnmelze und die mechanische Beanspruchung durch das Rührwerk. Es wurden Versuche bei Temperaturen von 200-350°C und mit Aufenthaltsdauern vom Strassenaufbruch im Technikumsreaktor von 10-20 min durchgeführt. Beim Austrag der Splittfraktion wurden die qualitativ besten Ergebnisse bei Temperaturen zwischen 250-300 °C erzielt. Der Versuch bei oberhalb 300 °C, namentlich bei 350°C musste abgebrochen werden, weil sich das Bitumen im Technikumsreaktor entzündet. Somit zeigte sich, dass die Reaktortemperatur nicht höher als 300°C sein durfte.

[0038] Im 100L-Schnmelzbad wurden in dieser Phase 10kg Asphalt so behandelt, dass 80% des mineralischen Materials als gereinigter Splitt ausgebracht wurden und an diesem mineralischen Korn nicht mehr als 1% Bitumen anhaftet.

[0039] Bei den Trennversuchen bei einer Temperatur von 300°C und einer Verweildauer des Strassenaufbruchs im Reaktor von 10 und 20 min, wurden die erforderlichen Bedingungen hinsichtlich Auftrennung erfüllt.

[0040] Die Phase 3 beinhaltet die Rückgewinnung des am Splitt anhaftenden Salzgemisches nach dem abtrennen des Bitumens. Die Wirtschaftlichkeit des Prozesses hängt von den Salzverlusten ab. Da dieses einen wesentlichen Kostenfaktor und einen ökologischen Aspekt im Verfahren darstellt, musste eine grösstmögliche Rückgewinnung des Salzes mit einem geeigneten Waschverfahren gewährleistet werden.

[0041] Da das eingesetzte Salzgemisch sehr gut wasserlöslich ist, bot sich ein Waschprozess für die Produkte, insbesondere für das mineralische Korn, an. Da das Salzgemisch nur durch Eindampfen des Wassers wieder aus der Lösung entfernt werden kann, und da die Verdampfung des Wassers energieaufwändig ist, muss also mit möglichst wenig Wasser gewaschen werden.

[0042] 10kg des mineralischen Produktes aus Phase 2 wurden so gewaschen, dass es weniger als 0.1% Salzgemisch

enthält und dass das Waschwasser mit dem Energiegehalt der in 10 kg Asphalt enthaltenen 500g Bitumen eingedampft werden kann.

[0043] Hierfür wurden zwei Versuche durchgeführt. Beim ersten Versuch wurde die Löslichkeit von Salzgemisch in Wasser in Abhängigkeit der Temperatur geprüft. Dieser Versuch hat ergeben, dass die Löslichkeit von Salzgemisch in Wasser linear mit der Temperatur ansteigt. Bei einer Temperatur von 60 °C beträgt wurde rund 1kg Salzgemisch in einem Liter Wasser gelöst. Wenn die Temperatur von 60 auf 20 °C gesenkt wurde, fällt rund 2/3 des gelösten Salzgemisches aus. Somit muss nicht das ganze Wasser verdampft werden, sondern nur Teil der mit den ausgefallenen Salzgemisch abgezogen wurde. Mit dem zweiten Versuch wurde ein dreistufiger Waschprozess durchgeführt und geprüft, welche Menge Salzgemisch durch den Waschprozess verloren ging und welche Menge an Salzgemisch noch an den Gesteinskörnern anhaftete nach dem Waschprozess. Dieser Versuch hat gezeigt, dass nach dem Waschprozess weniger 1 % des Salzgemisches verloren geht und dass weniger als 0.1 % Salzgemisch an den Mineralkorn haftet. Das eindampfen des Wassers wird unter der Phase 4 beschrieben.

[0044] Die Phase 4 war wie folgt definiert: Die Ergebnisse des Grossversuchs entsprechen den Spezifikationen:

- Rückgewinnung 80% Mineralkorn mit weniger als 1% Bitumenanhaftung und weniger als 0.1 % Salzgemisch
- Das Eindampfen des Waschwassers erfordert nicht mehr Energie, als in dem abgetrennten Bitumen steckt.

[0045] Es wurden 80% des mit dem Strassenaufbruch in den Reaktor eingebrachten Splitts zurück gewonnen. Um die Bitumenanhaftung am Mineralkorn zu bestimmen, wurde eine Probe analysiert. Zudem wurde auch eine Probe des Bitumens zur Qualitätsprüfung analysiert und eine Probe der Bitumenfraktion zur Bestimmung des Heizwertes analysiert.

[0046] Die Analyse des Splittes hat ergeben, dass der Anteil an anhaftendem Bitumen am Mineralkorn weniger als rund 0.3% beträgt und somit wieder verwendet werden kann. Die Analyse des Bitumens hat gezeigt, dass das Bitumen in vielen Fällen zu spröde ist für eine Wiederverwertung. Die Analyse des Heizwertes hat ergeben, dass dieser 5 MJ/kg beträgt. Dies ist rund 1/8 des Heizwertes von frischem Bitumen. Der Energiegehalt der aus dem Prozess gewonnenen Bitumenfraktion reicht aus, um die erforderliche Menge an Waschwasser zu verdampfen.

[0047] Der Verlust von Salzgemisch kann die Wirtschaftlichkeit des Prozesses empfindlich beeinflussen. Es ist daher wichtig, dass das Salzgemisch möglichst vollständig im Kreislauf erhalten werden muss. Die Verluste sind auf ein Minimum zu reduzieren. Diese Kriterien sind folgendermassen: 10kg des mineralischen Produktes werden so gewaschen, dass es weniger als 0.1% Salzgemisch enthält und dass das Waschwasser mit dem Energiegehalt der in 10 kg Asphalt enthaltenen 500g Bitumen eingedampft werden kann. Daraus ergibt sich für den Waschprozess, dass möglichst wenig Wasser möglichst viel Salzgemisch lösen muss. Des Weiteren braucht das Eindampfen von Wasser sehr viel Energie. Eine Einsparung wird erreicht, indem die temperaturabhängige Löslichkeit von Salzgemisch im Wasser durch die Wahl geeigneter Temperaturen ausgenutzt wird. Es wurden zwei Versuchsserien zur Bestimmung der Löslichkeit durchgeführt. Die somit bekannte Grenze der Löslichkeit liess Rückschlüsse auf die notwendige Menge Waschwasser zu. Da das endgültige Verfahren kontinuierlich ablaufen soll, kann die Wärmeenergie im Splitt nach dem Salzschnmelze-Bad einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz der Anlage beitragen. Der Splitt wird voraussichtlich mit ca. 300 °C in den Waschprozess gegeben. Diese Temperatur trägt wesentlich zur Aufheizung des Waschwassers auf die erforderlichen 60°C bei. Die Berechnung der so im Prozess gehaltenen Wärmeenergie ist nachfolgend dargestellt.

[0048] Wärmemenge für 10kg H₂O von 20°C auf 60°C zu erwärmen:

$$Q = c_{H_2O} * m_{H_2O} * \Delta T = 4182 \frac{J}{kg * ^\circ C} * 10 kg * (60 - 20) ^\circ C = 1'672'800 J = 1'672,8 kJ$$

[0049] Freigesetzte Wärmemenge wenn 10 kg Splitt von 300 auf 60°C abgekühlt werden:

$$Q = c_{Gestein} * m_{Splitt} * \Delta T = 750 \frac{J}{kg * ^\circ C} * 10 kg * (300 - 60) ^\circ C = 1'800'000 J = 1'800 kJ$$

[0050] Anhand der Berechnungen muss beim Waschprozess für die Erwärmung des Wassers von 20 auf 60 °C keine zusätzliche Energie aufgewendet werden, denn die im Splitt gespeicherte Wärmeenergie reicht aus um das Wasser von 20 auf 60 °C aufzuwärmen. Einzig um das im ausgefallenen Salzgemisch enthaltene Wasser auszudampfen muss zusätzlich noch Energie zugeführt werden.

[0051] Die Heizwert-Analyse des Bitumens hat folgendes Resultat ergeben:

EP 2 546 003 A1

Der Heizwert des ausgetragenen Bitumens beträgt: $H = 5'159 \text{ J/g} = 5.159 \text{ MJ/kg}$

[0052] Frisches Bitumen hat ein Heizwert der vergleichbar ist mit dem von Heizöl und beträgt ca. 40 MJ/kg. Somit hat das zurückgewonnene Bitumen einen um den Faktor 8 reduzierten Heizwert.

[0053] Wärmeenergie der Bitumenfraktion von 10kg Strassenaufbruch:

$$Q_{BF} = m \cdot H = 1.760 \text{ kg} \cdot 5'159'000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 9'079'840 \text{ J} = 9 \text{ MJ}$$

[0054] Mit der Wärmeenergie der Bitumenfraktion von 10 kg Strassenaufbruch kann folgende Menge Wasser verdampft werden:

$$Q_{BF} = c_{H_2O} \cdot \Delta T \cdot m_{H_2O} + r_{H_2O} \cdot m_{H_2O}$$

$$\rightarrow m_{H_2O} = \frac{Q_{BF}}{c_{H_2O} \cdot \Delta T + r_{H_2O}} = \frac{9'079'840 \text{ J}}{4182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100 - 20)^\circ\text{C} + 2'257'000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 3.473 \text{ kg}$$

[0055] Mit der Bitumenfraktion von 10 kg Strassenaufbruch können also ca. 3.5 l Wasser verdampft werden.

QBF Wärmeenergie der Bitumenfraktion J

c_{H_2O} Spezifische Wärmekapazität von H₂O 4182 J/(kg·°C)

ΔT Temperaturdifferenz °C, K

m_{H_2O} Masse H₂O kg

m Masse Bitumen kg

H Heizwert Bitumenfraktion J

r_{H_2O} spezifische Verdampfungswärme von Wasser 2'257 kJ/kg

[0056] Die Resultate der durchgeführten Vorversuche im 10 l Reaktor sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Total in Reaktor eingebracht			Nach Trennung im Reaktor					
	Temperatur	Verweilzeit	Strassenaufbruch	Splitt		Bitumen		Verlust	
	°C	min	kg	kg	%	kg	%	kg	%
Versuch 1	180-190	10	1.5	1.315	87.7	0.030	2.0	0.155	10.3
Versuch 2	200-220	10	1.5	1.345	39.7	0.050	3.3	0.105	7.0
Versuch 3	200	20	0.663	0.606	91.5	0.026	3.9	0.031	4.6
Versuch 4	250	20	0.663	0.488	73.6	0.167	25.1	0.008	1.3
Versuch 5	300	20	0.673	0.454	68.5	0.219	31.5	0.000	0.0
Versuch 6	300	10	1.5	1.130	75.3	0.235	15.7	0.135	9.0
Versuch 7	300	10	1.5	1.185	79.0	0.310	20.6	0.005	0.4
Versuch 8	250	30	1.5	1.255	83.7	0.175	11.6	0.070	4.7

EP 2 546 003 A1

(fortgesetzt)

			Total in Reaktor eingebracht		Nach Trennung im Reaktor					
	Temperatur	Verweilzeit	Strassenaufbruch		Splitt		Bitumen		Verlust	
	°C	min	kg		kg	%	kg	%	kg	%
Versuch 9	250	20	1.5		1.315	87.7	0.110	7.3	0.075	5.0

[0057] Die Resultate der durchgeführten Versuche im 10o 1 Reaktor sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt (beim Versuch bei 350 °C spontane Flammenbildung):

Total in Reaktor eingebracht			Nach Trennung im Reaktor									
						Splittfraktion		Bitumenfraktion		Verlust		
						Splitt kg	Bitumen kg	Sptill kg	Bitumen kg	Splitt kg	Bitumen kg	
Nullversuch 1		250	10	10		8.280	0.260	1.230	0.120	0.100	0.010	
Nullversuch 2		300	10	10		7.560	0.080	1.590	0.270	0.460	0.040	
Nullversuch 3		300	20	10		7.400	0.060	1.450	0.150	0.760	0.180	
Nullversuch 4		250	20	10		7.850	0.160	1.310	0.160	0.450	0.070	
Nullversuch 5		275	20	10		7.510	0.050	1.620	0.180	0.480	0.160	
Nullversuch 6		350	20	10		7.380	0.060	1.760	0.150	0.470	0.180	
						%	%	%	%	%	%	
Nullversuch 1		250	10	100		86.2	66.7	12.8	30.8	1.0	2.5	
Nullversuch 2		300	10	100		78.7	20.5	16.5	69.2	4.7	10.3	
Nullversuch 3		300	20	100		77.0	15.3	15.1	38.5	7.9	46.2	
Nullversuch 4		250	20	100		81.7	41.0	13.6	41.0	4.7	18.0	
Nullversuch 5		275	20	100		78.1	12.8	16.9	46.2	5.0	41.0	
Nullversuch 6		350	20	100		76.8	15.3	18.3	38.5	4.9	46.2	

[0058] Der generelle Prozess ist in Figur 1 zusammengefasst. Der Strassenaufbruch 1, typischerweise nach einer Vorbehandlung zur Sicherstellung einer minimalen Bruchstückgrösse, wird in eine Salzsammelze 2 eingetragen. Das für die Salzsammelze 2 erforderliche Salz wird über den Pfad 3 über eine Rückführung zur Verfügung gestellt oder durch neue Hinzugabe. Der Anteil an Rückführung sollte so hoch wie möglich sein. Das gereinigte aber noch mit Salzgemisch verschmutzte Steinmaterial wird über den Pfad 4 aus der Salzsammelze 2 ausgetragen. Gleichermassen wird das Bitumen über den Pfad 5 aus der Salzsammelze 2 ausgetragen. Hinter der Salzsammelze 2 wird das Gesteinsmaterial einem Waschprozess 6 respektive einer Filtration unterzogen. Das dabei verwendete Waschwasser wird zur Salzlösung 7, die anschliessend einer Wasseraufbereitungsanlage 8 zugeführt wird. In dieser wird das Wasser von Salzgemisch getrennt. Das gereinigte Wasser kann über den Pfad 9 wieder dem Waschprozess 6 zugeführt werden, das vom Wasser abgetrennte Salzgemisch über den Pfad 3 der Salzsammelze zurückgeführt werden. Figur 2 zeigt einen Durchlaufprozess mit Verdampfer. Hier wird das in Figur 1 über den Pfad 4 dargestellte Steinmaterial mit anhaftendem Salzgemisch einer Reinigungsstufe in Form eines Waschzylinders 15 zugeführt. In diesem ist eine Transportvorrichtung, z.B. eine Transportspirale 16, gelagert, welche das Kies von unten nach oben befördert, während das Waschwasser mit einer Temperatur von ca. 60 °C im Gegenstrom von oben nach unten geführt ist. Das Waschwasser wird durch die im Kies 4 enthaltene Restwärme auf diese Temperatur gebracht. Das Waschwasser kann dabei über Pumpen 12 abschnittsweise über die Rückführung 13 zurückgeführt werden, um den Waschprozess zu optimieren. Frischwasser 11 wird am oberen Ende des Zylinders 15 eingeführt, am oberen Ende wird das gereinigte Kies 10 ausgetragen. Das am unteren Ende des Zylinders 15 anfallende Waschwasser verfügt über die höchste Salzkonzentration und kann nun einer Auftrennung zugeführt werden. Dies geschieht mehrstufig zunächst in einem Setzbecken 17, in welchem typischerweise die Wassertemperatur ca. 20 °C beträgt. Das überstehende Wasser verfügt nun über eine niedrigere Salzkonzentration und kann über eine Pumpe 12 über die Rückführung 14 wieder den Zylinder 15 zugeführt werden. Das im Setzbecken 17 anfallende Salzgemisch wird in diesem Fall einem Verdampfer 18 zugeführt, das verdampfte Wasser 19 kann entweder an die Umgebung abgegeben oder kondensiert und wiederum dem Zylinder 15 oder dem Abwasser zugeführt werden. Das abgetrennte Salzgemisch 3 wird anschliessend zwischengelagert und dann der Salzsammelze 2 wieder zugeführt oder direkt wieder der Salzsammelze 2 zugeführt.

[0059] Figur 3 zeigt ebenfalls einen solchen Waschprozess, dieser ist hier aber mehrstufig ausgebildet. In einem ersten Schritt wird in einer Waschtrommel 20 bei einer Temperatur von ca. 60 °C eine Vorreinigung durchgeführt. Das vorgereinigte Gesteinsmaterial wird anschliessend über den Pfad 26 einer Waschtrommel 21 zugeführt, wo typischerweise im Wesentlichen die gleiche Temperatur herrscht. Anschliessend wird in einem abschliessenden Reinigungsbekken 22 eine letzte Reinigungsstufe gefahren, in dem das Gestein über den Pfad 27 in das Becken 23 geführt wird. Anschliessend liegt das gereinigte Gesteinsmaterial 10 für die weitere Verwendung wesentlich ohne Einschränkungen vor. Das Reinigungswasser wird im Gegenstrom geführt. Frischwasser 11 wird in das Becken zwei 20 der letzten Reinigungsstufe geführt, dort wird es eine vergleichsweise niedrige Salzkonzentration ausbilden, anschliessend wird es über den Pfad 29 der Waschtrommel 21 zugeführt, in dieser wird sich die Salzkonzentration etwas weiter erhöhen, und anschliessend wird das Waschwasser aus der Trommel 21 über den Pfad 28 der Vorreinigung in der Einheit 20 zugeführt, wo dann die höchste Salzkonzentration ausgebildet wird.

[0060] Dieses Waschwasser mit der hohen Salzkonzentration wird anschliessend über den Pfad 25 dem Setzbecken 17 zugeführt. Das überstehende Wasser kann anschliessend über den Pfad 24 der Trommel 21 zugeführt werden. Das resultierende feuchte Salzgemisch wird über den Pfad 31 in diesem Fall einem Verdampfer 18 zugeführt, das Wasser abgedampft und das im Wesentlichen trockene Salzgemisch 3 steht dann für die Rückführung in die Salzsammelze 2 zur Verfügung.

[0061] Figur 4 zeigt einen im wesentlichen analogen Prozess zur Figur 2, hier wird aber anstelle eines Verdampfers eine Zentrifuge 23 eingesetzt. Das daraus resultierende Wasser kann über den Pfad 30, da es sich um Wasser mit Frischwasserqualität handelt, direkt als Frischwasser 11 dem Becken 22 zugeführt werden.

[0062] Figur 5 zeigt einen im wesentlichen analogen Prozess zur Figur 4, hier wird aber anstelle der Zentrifuge 23 eine Einheit mit einer Umkehrosmose 32 eingesetzt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0063]

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | Strassenaufbruch |
| 2 | Auftrennung in Salzsammelze |
| 3 | Salz, Salzgemisch |
| 4 | Kies hinter Salzsammelze |
| 5 | Bitumen |
| 6 | Waschen/Filtrern |
| 7 | Salzlösung |

8	Wasseraufbereitung
9	Wasser
10	gereinigter Kies
11	Frischwasserzufuhr
5	12 Pumpe
	13 Rückführung
	14 Rückführung
	15 Waschzylinder
	16 Transportspirale
10	17 Setzbecken
	18 Verdampfer
	19 Wasserdampf
	20 Waschtrommel für Vorwäsche
	21 Waschtrommel
15	22 Waschbecken
	23 Zentrifuge
	24 Rückführung Wasser
	25 Abtransport Wasser aus 20
	26-27 Transport Kies mit Salz zwischen Waschbehältern
20	28-29 Transport Wasser zwischen Waschbehältern
	30 Rückführung Frischwasser
	31 abgesetzte Salzlösung
	32 Umkehrosmose-Einheit

25

Patentansprüche

1. Verfahren zum Rückgewinnen von Bitumen aus Strassenbelag-(Asphalt) Aufbruch (1) oder zum Trennen von Ölsand in Öl und Sand, respektive Gestein, wobei der bitumenhaltige Aufbruch (1) respektive der Ölsand in eine Salzs-
 30 schmelze (2) eingebracht wird, wobei Bitumen (5) respektive Öl auf der Salzs-
 schmelze (2) aufschwimmt und nach
 der Hindurchführung durch die Salzs-
 schmelze (2) von der Salzs-
 schmelze (2) abgeschöpft wird, und wobei das Stein-
 material (3) respektive der Sand/Gestein in der Salzs-
 schmelze (2) absinken und ausgetragen werden,
dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Salzs-
 schmelze (2) im Bereich von 200 °C bis 350 °C liegt und
 35 die mittlere Verweilzeit des Aufbruchs (1) in der Salzs-
 schmelze (2) im Bereich von wenigstens 5 Minuten liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur der Salzs-
 schmelze (2) im Bereich von
 250 °C - 300 °C liegt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Verweilzeit
 40 des Aufbruchs (1) in der Salzs-
 schmelze (2) im Bereich von 5-30 min, vorzugsweise im Bereich von 10-20 min liegt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Salz-
 schmelze (2) um ein Gemisch von verschiedenen Salzen handelt, welches einen Schmelzpunkt von weniger als
 200 °C, vorzugsweise im Bereich von 80-150°C, insbesondere bevorzugt im Bereich von 100-140 °C aufweist.
 45
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um ein eutektisches Gemisch handelt, und/
 oder um ein binäres oder ternäres Gemisch aus NaNO₃/LiNO₃/KNO₃ (Natriumnitrat/Lithiumnitrat/Kaliumnitrat),
 insbesondere bevorzugt um ein binäres Gemisch aus LiNO₃/KNO₃ (Lithiumnitrat/Kaliumnitrat) mit einem 50-70
 Molprozent-Anteil im von KNO₃ und einer Schmelztemperatur von im Bereich von 120-140 °C.
 50
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ausgetragene Stein-
 material (3) respektive der Sand/Gestein unter Verwendung von Wasser gewaschen wird, und dass das im ver-
 wendeten Wasser enthaltene Salz respektive Salzgemisch anschliessend vom Wasser abgetrennt und wieder
 wenigstens teilweise der Salzs-
 schmelze zugeführt wird, wobei vorzugsweise dieser Waschprozess bei einer Was-
 55 sertemperatur oberhalb von Raumtemperatur, insbesondere im Bereich von 40-80 °C, vorzugsweise im Bereich
 von 50-70 °C durchgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ausgetragene Steinmaterial (3) respektive der

Sand/Gestein im noch warmen Zustand hinter der Salzschnmelze dem Waschprozess unterzogen wird, und dass zur Erwärmung des Waschwassers wenigstens teilweise, vorzugsweise vollständig, die im Steinmaterial (3) respektive Sand/Gestein gespeicherte Wärme eingesetzt wird.

- 5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6-7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auftrennung der Salzlösung wenigstens teilweise durch Fällung, gegebenenfalls in Kombination mit Zentrifugation, und/oder Verdampfen und/oder Umkehrosmose stattfindet.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6-8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mehrstufiges, vorzugsweise wenigstens zweistufiges oder wenigstens dreistufiges, Waschverfahren eingesetzt wird, bei welchem Waschwasser und ausgetragenes Steinmaterial (3) respektive Sand/Gestein nach dem Gegenstromprinzip geführt werden, und wobei die Trennung von Wasser und Salz respektive Salzgemisch vorzugsweise ausschliesslich mit dem Waschwasser durchgeführt wird, welches bei der ersten Waschstufe (20) hinter der Salzschnmelze (2) abgeführt wird.
- 15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennung von Wasser und Salz respektive Salzgemisch mehrstufig, vorzugsweise wenigstens zweistufig oder wenigstens dreistufig durchgeführt wird, wobei vorzugsweise eine erste Trennungsstufe (17) eine Fällungsstufe respektive ein Setzbecken ist, gegebenenfalls gefolgt oder kombiniert von einer Zentrifugation (23) und vorzugsweise auf dieses 20 eine zweite Trennungsstufe folgt unter Verwendung von Verdampfen (18) und/oder Umkehrosmose (32).
- 25 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das teilweise aufgetrennte Wasser hinter der ersten Trennungsstufe (17) wenigstens teilweise in den Waschprozess zurückgeführt wird, vorzugsweise in eine der ersten Waschstufe (20) hinter der Salzschnmelze nachgeschalteten weitere Waschstufe (21).
- 30 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erforderliche Prozesswärme, insbesondere zur Gewährleistung der Temperatur der Salzschnmelze, und/oder zur Reinigung von Waschwasser respektive Trennung desselben von Salz und Verunreinigungen, und/oder zur Erwärmung von Waschwasser, wenigstens teilweise oder im Wesentlichen vollständig durch Verbrennung des abgetrennten Bitumen (5) zur Verfügung gestellt wird.
- 35 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strassenbelag-Aufbruch (1) bzw. Ölsand mit einem vorgegebenen Brechwert, vorzugsweise bis max. 32 mm Teilgrösse, der Salzschnmelze (2) zugeführt wird.
- 40 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das auf der Salzschnmelze (2) aufschwimmende und nach der Hindurchführung durch die Salzschnmelze (2) von der Salzschnmelze (2) abgeschöpfte Bitumen (5) respektive Öl einer weiteren Trennung zugeführt wird, vorzugsweise indem in einem ersten Schritt die abgetrennte Fraktion einem Mahlprozess bis auf eine definierte Partikelgrösse unterzogen wird, und in einem zweiten Schritt diese mechanisch verkleinerte Fraktion weiter aufgetrennt wird, entweder unter erneuter Verwendung einer Salzschnmelze oder unter Verwendung eines anderen Trennverfahrens, vorzugsweise eines physikalisch-chemischen Trennverfahrens für feinkörnige Feststoffe aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenbenetzbarkeit der Partikel, vorzugsweise eines Flotationsverfahrens.
- 45 15. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Rückgewinnung von Bitumen aus Strassenbelag-(Asphalt)-Aufbruch (1); oder zum Trennen von Öl und Sand, respektive Gestein von Ölsand **gekennzeichnet durch** wenigstens ein heizbares, vorzugsweise rinnenförmiges Becken zur Aufnahme und Verflüssigung eines Salzes oder Salzgemisches mit niedrigem Schmelzpunkt, vorzugsweise eines eutektischen Gemisches aus LiNO₃/KNO₃ (Lithiumnitrat/Kaliumnitrat), zur Herstellung einer Salzschnmelze (2), 50 mit dem Becken (1) vorgeschalteten Zuführmitteln für den Strassenbelag-Aufbruch (1) bzw. den Ölsand mit vorgegebenem Brechwert, mit im Becken angeordneten Fördermitteln zum Transport oder zum Rühren des Aufbruches (1) bzw. Ölsand **durch** die Salzschnmelze (2) und 55 mit am Ende der Durchlaufstrecke des Beckens angeordneten Abraummitteln zum Abschöpfen und Weiterleiten des sich vom Steinmaterial des Aufbruches (1) gelösten und auf der Salzschnmelze (2) aufschwimmenden Bitumens (5), bzw. aufschwimmenden Öl, mit, am Ende der Durchlaufstrecke des Beckens angeordnete Austragungsmittel für das in der Salzschnmelze ab-

EP 2 546 003 A1

gesunkene bitumenfreie Steinmaterial, bzw. den Sand oder das Gestein des Ölsands, sowie
wenigstens eine Waschstufe (15,16, 20, 21,22) zum abwaschen der Überreste der Salzschnmelze am Steinmaterial,
bzw. dem Sand oder dem Gestein des Ölsands, wenigstens eine Trennungsstufe (17,18,23,32) zur Auftrennung
von Salz respektive Salzgemisch und Waschwasser sowie Mittel zur wenigstens teilweisen Rückführung des ab-
getrennten Salzes respektive Salzgemisches in die Salzschnmelze (2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

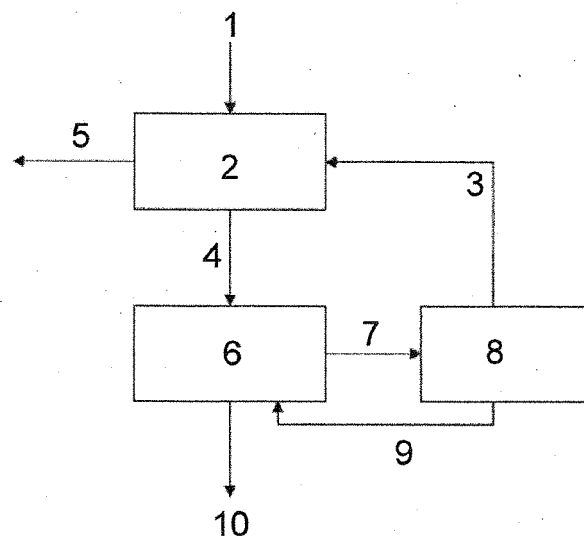


FIG. 1

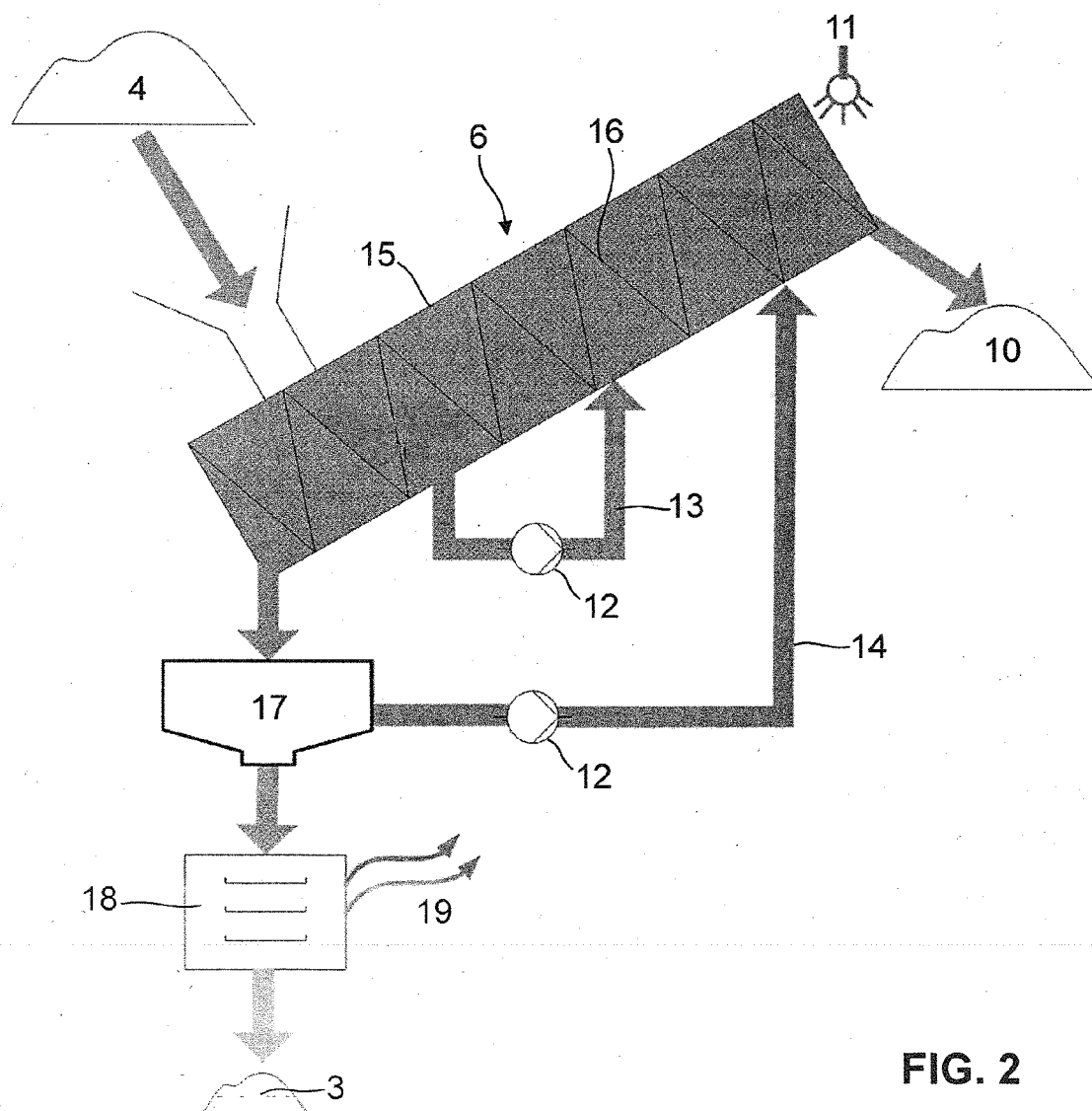


FIG. 2

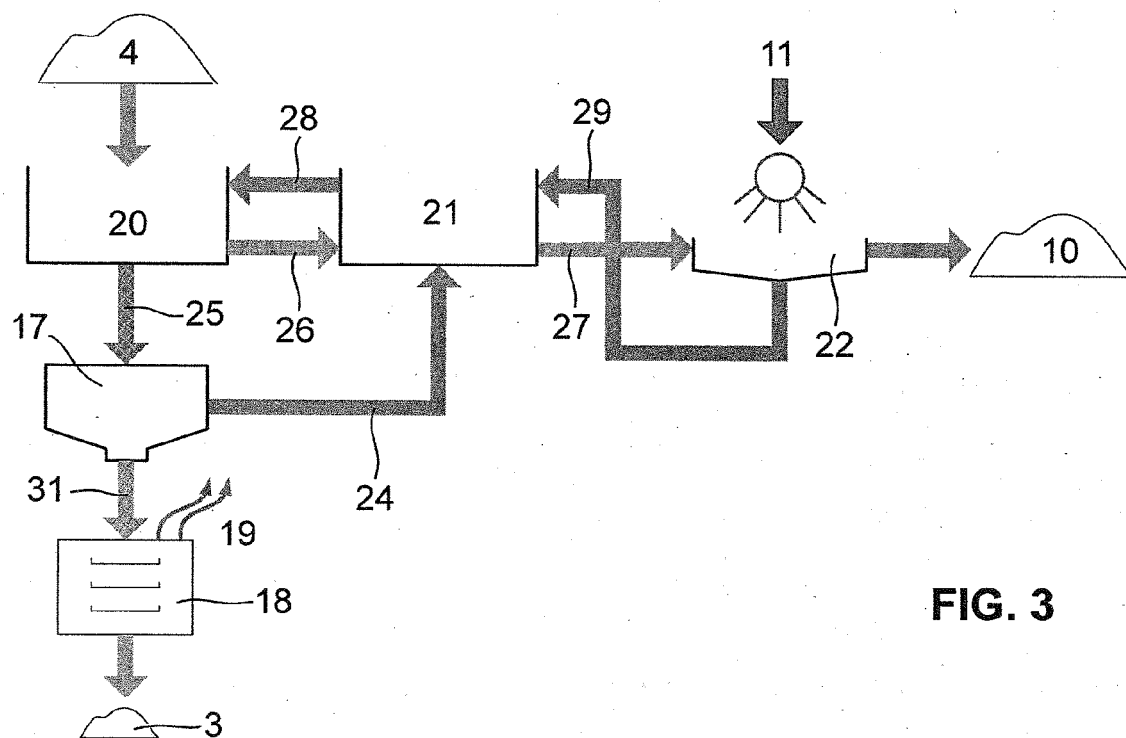


FIG. 3

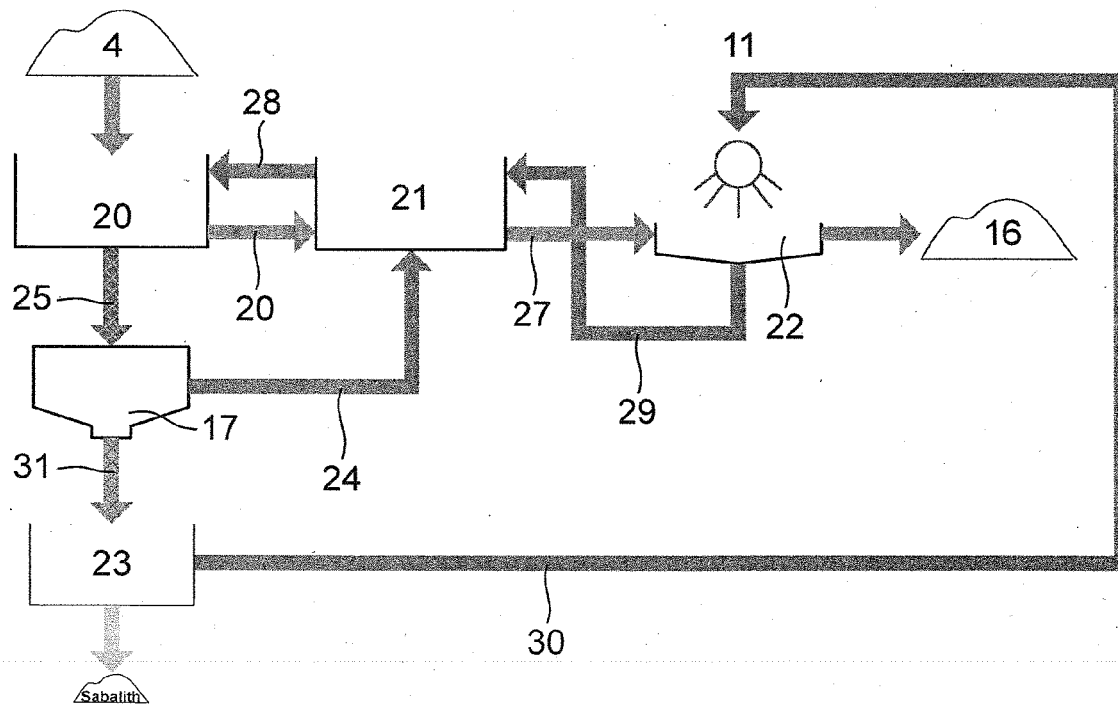


FIG. 4

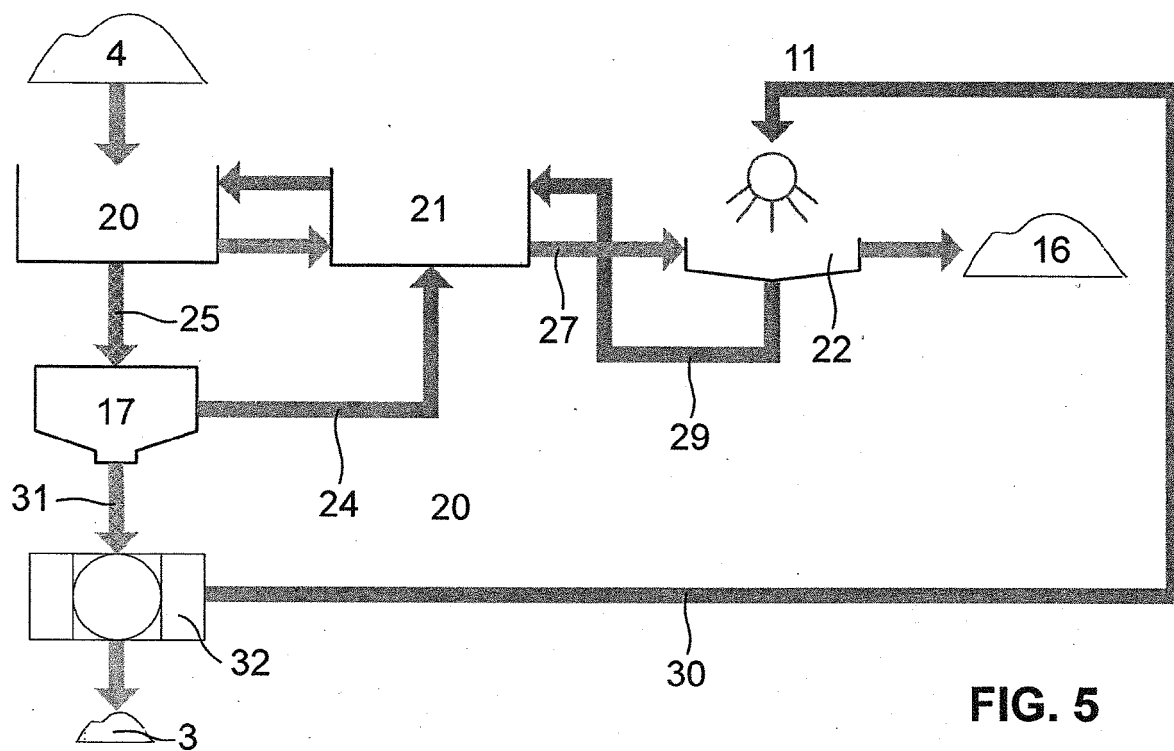


FIG. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 17 5707

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D Y	US 4 545 891 A (MEYERS ET AL) 8. Oktober 1985 (1985-10-08) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 13 * * Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 18 * * Spalte 3, Zeile 45 - Spalte 4, Zeile 33 * * Spalte 10, Zeile 41 - Zeile 45 * * Ansprüche * * Abbildungen *	1-5, 12-14 6-11,15	INV. B09B3/00 C10G1/00
Y,D A	US 4 655 839 A (CHAO ET AL) 7. April 1987 (1987-04-07) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 2, Zeile 42 * * Ansprüche * * Abbildungen 1,2 *	6-11,15 1,12,14	
A,D	WO 2008/110486 A1 (BLÖCHLINGER ET AL) 18. September 2008 (2008-09-18) * Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 15 - Seite 3, Zeile 19 * * Seite 4, Zeile 22 - Seite 6, Zeile 7 * * Ansprüche * * Abbildungen *	1,4,5, 13,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B09B C10G B01J A62D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Oktober 2012	Prüfer van der Zee, Willem
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 17 5707

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-10-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4545891	A	08-10-1985	AU	8337982 A	19-10-1982
			US	4545891 A	08-10-1985
			WO	8203404 A1	14-10-1982

US 4655839	A	07-04-1987	KEINE		

WO 2008110486	A1	18-09-2008	CA	2679729 A1	18-09-2008
			CH	699441 B1	15-03-2010
			EP	2111436 A1	28-10-2009
			WO	2008110486 A1	18-09-2008

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2008110486 A [0006]
- US 4545891 A [0007]
- US 4655839 A [0008]